

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-48336

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51) Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 S 17/08			G 0 1 S 17/08	
G 0 1 B 11/00			G 0 1 B 11/00	B
G 0 2 B 7/32			G 0 2 B 7/11	B
G 0 3 B 13/36			G 0 3 B 3/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-208146

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月7日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 魚森 謙也

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 森村 淳

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

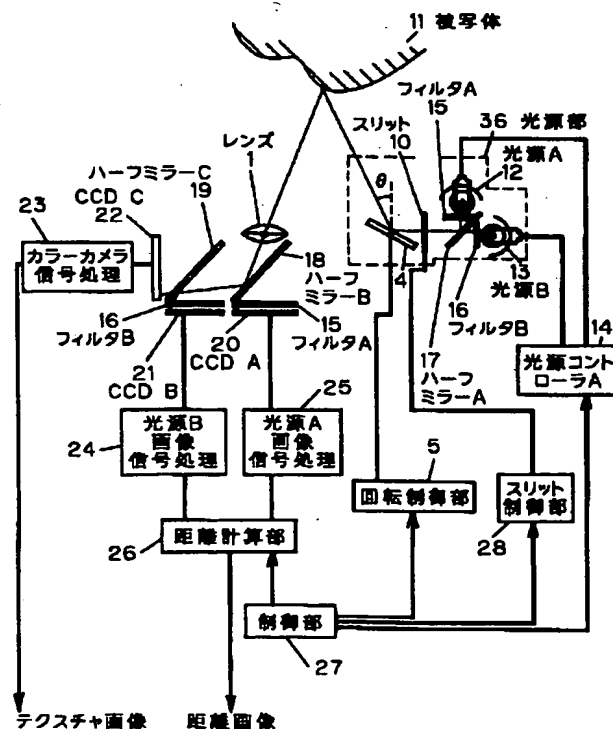
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 実時間レンジファインダ

(57) 【要約】

【課題】 既存の技術を用いて、各フォトセンサに時間計測機能を持たせたような特別なセンサを用いることなく、容易に実時間で距離計測を行う。

【解決手段】 波長特性の異なる複数の光を合成しこれの進行方向と光の波長または強度を掃引する光源12、13と、前記複数の光の波長特性にあわせてそれぞれの光のみ撮像素子に導く複数の光フィルタ15、16と、前記複数の光フィルタに対応して配置された撮像素子20、21と、各々の撮像素子から得られた画像データの各画素の値と光源の掃引開始時刻から、その画素に光が入射した時刻を計算し、被写体までの距離を計算する距離計算部26を有することを特徴とする実時間レンジファインダである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】波長特性の異なる複数の光を合成しこれの進行方向と複数の光の合成比を掃引する光源部と、前記複数の光の波長特性にあわせてそれぞれの光のみ撮像素子に導く複数の光フィルタと、前記複数の光フィルタに対応して配置された撮像素子と、各々の撮像素子から得られた画像データの各画素の値と前記光源部の掃引開始時刻から、その画素に光が入射した時刻を計算し、被写体までの距離を計算する距離計算部を有することを特徴とする実時間レンジファインダ。

【請求項2】波長特性の異なる複数の光を合成しこれの進行方向と複数の光の合成比を掃引することと、前記波長特性の異なる複数の光を一樣に被写体に投光することを交互に時分割で行う光源部と、前記複数の光の波長特性にあわせてそれぞれの光のみ撮像素子に導く複数の光フィルタと、前記複数の光フィルタに対応して配置された撮像素子と、前記光源部が一樣に投光した時の各々の撮像素子から得られた画像データの各画素の値から被写体の表面反射率を計算し、更に前記光源部が掃引動作を行った時の各々の撮像素子から得られた画像データの各画素の値と光源部の掃引開始時刻と前記被写体の表面反射率から、その画素に光が入射した時刻を計算し、被写体までの距離を計算する距離計算部を有することを特徴とする実時間レンジファインダ。

【請求項3】投光する光の波長特性を時間的に変化させ、同時に進行方向を掃引する光源部と、前記光源部から投光された光の被写体での反射光を少なくとも2種類の波長特性をもつ光フィルタにより光分解された画像を複数の撮像素子でそれぞれ撮像し、各々の撮像素子から得られた画像データの各画素の値から入射した光の波長特性を再計算し、これと光源部の掃引開始時刻から、その画素に光が入射した時刻を計算し、被写体までの距離を計算する距離計算部を有することを特徴とする実時間レンジファインダ。

【請求項4】投光する光の波長特性を時間的に変化させ、同時に進行方向を掃引することと、あらかじめ波長特性が既知である一樣な光を被写体に投光することを交互に時分割で行う光源部と、光源部から投光された光の被写体での反射光を少なくとも2種類の波長特性をもつ光フィルタにより光分解された画像を複数の撮像素子でそれぞれ撮像する撮像素子と、前記光源部が一樣に投光した時の各々の撮像素子から得られた画像データの各画素の値から被写体の表面反射率を計算し、更に前記光源部が掃引動作を行った時の各々の撮像素子から得られた画像データの各画素の値と光源部の掃引開始時刻と前記被写体の表面反射率から、その画素に光が入射した時刻を計算し、被写体までの距離を計算する距離計算部を有することを特徴とする実時間レンジファインダ。

【請求項5】投光する光の波長を可視領域以外に設定し、前記撮像素子以外に付加された撮像素子により、被

写体のテクスチャ画像を同時に撮像し、被写体までの距離情報と同時にテクスチャ情報も出力することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の実時間レンジファインダ。

【請求項6】光源部は距離計測を行う時間と行わない時間を時分割に設定し、距離計測を行わない時間に光の投光を中止し、前記撮像素子により被写体のテクスチャ画像を撮像し、被写体までの距離情報と以外にテクスチャ情報も出力することを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の実時間レンジファインダ。

【請求項7】光源部は、複数の光の合成比の変化を各測定毎に変化させることを特徴とする請求項1または2記載の実時間レンジファインダ。

【請求項8】光源部は、光の波長特性の変化を各測定毎に変化させることを特徴とする請求項1または2記載の実時間レンジファインダ。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、被写体の3次元位置を測定するレンジファインダに関する。

【0002】

【従来の技術】従来のレンジファインダは、例えば、図9(a)に示すようなものがある。これは、被写体に縦に長い線状の光(スリット光)を照射し、これを横方向に掃引し、その反射光を捉えることにより、被写体全体の3次元位置を計測するものである。図9(b)を用いて、動作についてさらに詳しく説明する。

【0003】光源3からの光をスリット10で縦に長い線状の光にし、これの投影方向を回転ミラー4により被写体に対して水平方向に掃引する。被写体11からの反射光をレンズを通してホトセンサで受光し、掃引開始時刻から各ホトセンサに光が到達するまでの経過時間を計測する。これにより、各ホトセンサに光が到達したときのスリット光の投影方向 θ を知ることが出来る。そして、投影方向 θ と、ホトセンサの位置から三角測量の原理で、被写体の点Pの3次元位置を計測するわけである。これを、各ホトセンサについて計算すると、被写体11の各点の3次元位置を計測することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来のレンジファインダにおいては、フォトセンサ部分において、各フォトセンサに光が到達した時刻を測定しなければならないため、各フォトセンサに時間計測のための手段を講じなければならない。また、一般的な距離画像の解像度を得るためには、フォトセンサの解像度を上げるためにフォトセンサ列をIC化し、各フォトセンサ周辺に時間計測回路を施すといふかなり大きな集積化を必要とする。このため、システムを実現するためには専用ICを製作しなければならず、実現が困難である、という問題点があった。

【0005】本発明は、従来のこのようなレンジファインダの課題を考慮し、既存の技術を用いて、各フォトセンサに時間計測機能を持たせたような特別なセンサを用いることなく、容易に実時間で距離計測の出来るレンジファインダを提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するため、波長特性の異なる複数の光を合成しこれの進行方向を掃引する光源部と、前記複数の光の波長特性にあわせてそれぞれの光のみ撮像素子に導く複数の光フィルタと、前記複数の光フィルタに対応して配置された撮像素子とを有し、各々の撮像素子から得られた画像データの各画素の値と光源部の掃引開始時刻から、投射光の方向を測定する。そして、三角測量の原理により被写体までの距離を計算する実時間レンジファインダである。

【0007】

【発明の実施の形態】以下に、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて説明する。

【0008】(第1の実施の形態)図1は本発明の第1の実施の形態における実時間レンジファインダの構成図を示すものである。図1において、1はレンズ、4は回転ミラー、5は回転制御部、11は被写体、12は光源A、13は光源B、14は光源コントローラA、15はフィルタA、16はフィルタB、17はハーフミラーA、18はハーフミラーB、19はハーフミラーC、20は撮像素子A、21は撮像素子B、22は撮像素子C、23はカラーカメラ信号処理回路、24は光源B画像信号処理回路、25は光源A画像信号処理回路、26は距離計算部、27は制御部、28はスリット制御部である。

【0009】以上のように構成された本実施の形態の実時間レンジファインダについて、以下その動作を説明する。まず、光源部において、光源A12と光源B13の光をそれぞれフィルタA、フィルタBを通し、ハーフミラーA17で合成する。ここでフィルタA、Bの特性は図2(a)のようになっており、それぞれ異なった波長の光が選択されて通過するようになっている。もしくは、図2(b)に示すように、光波長の高低によって2つの光を分離しても良い。

【0010】次に、合成された光はスリット10によって縦方向に細長い線状の光に加工され、回転ミラー4により反射されて出射される。出射された光は回転制御部5により制御された回転ミラー4により被写体を横方向に掃引される。掃引された光は被写体11に当たり、その反射光がレンズ1・ハーフミラーB18、ハーフミラー19Cにより撮像素子A20、B21、C22に入射する。

【0011】この時、撮像素子A、BにはそれぞれフィルタA15、B16が装着されており、光源A12、光源B13の光を分離して受光できるようになっている。

一般的に、光源A12、B13は赤外に設定され、これにより距離計測を行い、撮像素子Cは可視領域の光を受光しカラーカメラ信号処理部23により被写体のテクスチャを撮像する。但し、撮像素子A、Bはフィルタ特性を可視領域に設定し、撮像素子Cと同時に撮像せず、光源A、Bの動作を時分割にして、これに併せて撮像素子A、B、Cが動作すれば光源を赤外領域に設定する必要はない。

【0012】ここで回転ミラー4は光を掃引しながら、図3(a)に示すように各光源の光強度を変化させる。この時、光強度の比は図3(b)のように変化する。この光強度の比を撮像素子A、Bで計測し、光のスイープ時間を測定する。図3(b)では、光強度比が I_a/I_b の場合時刻 t_0 が測定できることを示している。

【0013】 I_a/I_b の関数を f とおくと、 $t_0 = f^{-1}(I_a/I_b)$ となる)リセット時刻、スイープ終了時刻は制御部27が持っており、これに合わせて回転制御部5が回転ミラー4を回転し、スリット制御部がスリットの形状を決定する。ここではスリットは常に線状の光を出すように設定されている。

【0014】次に、距離計算部26は、光源A画像信号処理部25、光源B画像信号処理部24の出力から、各フォトセンサの各光源の光強度を元に、各フォトセンサ位置の光強度比をもとめ、それから図3(b)の特性より、光の入射した時刻を計算する。この時刻と、リセット時刻、スイープ終了時刻より、光源部から出射される光の方向を計算し、三角測量の原理により、各画素の位置に写っている被写体の部分の3次元位置を計算する。これによって、被写体の距離画像が得られる。同時に、撮像素子C22、カラーカメラ信号処理部23の出力によって、得られた距離画像に対応する被写体のテクスチャ画像が得られる。

【0015】ここまでは、被写体表面の反射率特性が光の波長に依存しない場合の実時間レンジファインダの動作である。しかし、一般的には被写体の表面反射率は光波長に依存する。そこで、図4に示すように、以上説明した光源部の光がスリット光である場合の動作(スリット光動作)と、拡散光動作を交互に行うことにより、被写体の表面反射率が光波長に依存する場合でも距離計測を行うことが出来る。基本的に、スリット光計測の時は、これまで説明してきた動作と同じである。

【0016】ただし、前述の説明で、時刻 t_0 を求める時に異なった計算を行う。即ち、光源部がスリット10を外し、被写体11に一樣な光を投射する拡散光計測時の光源A画像信号処理部25、光源B画像信号処理部24の出力の比を各フォトセンサ毎について計算しておき、被写体の各光源の光照射時の表面反射率の比を用いし、これを補正係数とする。次に、時刻 t_0 を計算する場合に、光強度比 I_a/I_b に、補正係数をかけ、その値をもとに $f^{-1}(I_a/I_b \times \text{補正係数})$ を各フォトセ

ンサ出力毎に計算し、正しい光受光時刻を計測する。これにより、被写体の表面反射率の光波長依存性による誤差を補正し、これと掃引開始時刻・掃引終了時刻をもとに、三角測量の原理によって被写体の3次元位置を計算する。

【0017】ここで、第1の実施の形態において、光源A12、B13の光をスリット10により線状にする動作と、一様な光を出射する動作は、スリットを機械的に光路上に置いたり外したりする動作をモーターなどで機械的に実現してもいいし、液晶パネルに形成するパターンによって実現しても良い。

【0018】ここで、第1の実施の形態においては、スリット光は赤外領域の光を利用すれば、カラーカメラ装置23によりテクスチャ画像を距離画像計測と同時に撮像することが出来るが、スリット光が可視領域に設定し、スリット光投光時以外のタイミングで時分割処理によりテクスチャ画像を撮像してもよい。

【0019】また、第1の実施の形態において、光源A12、B13をランプ状のものとして説明したが、レーザー光を用いてもよい。この場合はレーザー光の発信波長を異なる値にしておき、これに合わせたフィルタを撮像素子側に装着する。光源部でのフィルタは省略できる。また、この場合2種の光の波長を非常に近いものに設定すれば、被写体の表面反射率が光波長によって急激に変化しない場合には、拡散光計測を行うことなく、精度の良い距離画像を計測することが出来る。

【0020】また、第1の実施の形態において、光源を2種類としたが、2種類以上の光源を用いて、それらそれぞれの光を独立に受光し、各フォトセンサにおいてそれぞれの光強度をもとに、光が出射された時刻を計算してもよい。

【0021】また、第1の実施の形態において、光源部36の各光源の光強度を光源Aは増やす方向に、光源Bは減らす方向に掃引したが、各距離測定毎に、各光源での光強度の掃引方向を反転することにより、距離測定の精度を向上してもよい。この場合、連続する複数の距離計測結果を用いて平均処理・メディアン処理など、フィルタ手法を用いて高精度な距離計測結果を出力してもよい。また、光強度を直線的に掃引したが、いかなる時間波形で掃引してもよいし、各距離測定毎に光強度の時間変化波形を変えても良い。

【0022】以上のように、本実施の形態によれば、既存の技術を用いて、出射される光を時間的に変化させることにより、各フォトセンサに時間計測機能を持たせるようなセンサを用意することなく、容易に実時間で距離計測の出来るレンジファインダを実現することができる。

【0023】(第2の実施の形態)図5は、本発明の第2の実施の形態における実時間レンジファインダの構成図を示すものである。図1において、1はレンズ、5は

回転制御部、11は被写体、27は制御部であり、これらは本発明の第1の実施の形態と同様のものである。本発明の第1の実施の形態と異なるのは、14光源コントローラA、34距離計算部B、33カラーカメラ装置、35同時化部があり、光源部36がスリット光掃引時に光波長を連続的に掃引する点である。

【0024】以上のように構成された本実施の形態の実時間レンジファインダについて、以下その動作を説明する。まず、光源部36について、図6を用いて説明する。

【0025】図6(a)は光源部36の第1の構成を示している。図6(a)では、光源に波長掃引可能な半導体レーザ(Tunable Diode Laser, TDL)が用いられ、TDL制御部29によって発振波長が制御される。光波長掃引の様子を図6(c)に示す。リセット時刻に光波長が λA にて掃引が開始され、掃引終了時刻には光波長が λB まで変化している。

【0026】これを回転ミラー37により縦方向に動かしてスリット状の光を生成し、回転ミラー4により横方向に掃引する。この時、回転ミラー37の代わりに、縦方向のみに光を分散させるカマボコ型レンズを用いても良い。また、これと同様な動作は、図6(b)の第2の構成でも実現できる。この場合、白色光源31をスリット10を通過させスリット状の光とし、これを移動する透過率変化フィルタ38を通すことによって光波長を掃引する。透過率変化フィルタ38は図7のように構成されており、水平方向に光透過特性が異なったものである。

【0027】即ち、左端では λA の波長の光を透過し、水平位置が変化するにつれて、透過光の波長が変化し、右端では λB の波長の光を透過するように作成されている。このように構成することにより、図6(c)に示されるように、スリット光の光波長を掃引することが出来る。

【0028】次に、掃引された光は被写体11に当たり、その反射光がレンズ1・カラーカメラ装置33に入射する。この時、カラーカメラ装置33は、光源部36の被写体での反射光を色分離して受光できるようになっており、各画素での被写体からの反射光の各色成分を出力する(可視光ではRGB3種類の色フィルタにより分離、赤外領域で使用する場合は、赤外領域の複数の色フィルタで色成分を分離する)。

【0029】ここで回転ミラー4は光を掃引しながら、図6(c)に示すように光源の光波長を変化させる。この光の波長をカラーカメラ装置で計測し、被写体の反射光のスweep時間を測定する。例えば、カラーカメラにおいて、3種類の波長透過特性を有するフィルタを3つの撮像素子の前面にそれぞれ配置し、それぞれの波長特性で見た画像を撮像する(可視光領域での測定であれば、3板CCDカラーカメラを用いることになる。赤外

領域ではその領域で複数種類の分光フィルタを用意することになる)。

【0030】それぞれの画素において、3種類の画素値を計測し、その組み合わせから光源の波長を推定する。この場合、それぞれの光源波長において、事前に各光フィルタ透過後の値の比率を計算しておき、どの比率の光が測定されたかをもとに、光源の波長を推定することができる。この場合、測定には複数の特性の異なる光フィルタが必要であるが、2つ以上であれば実現できる。次に、図6(c)で受光した光がλ0の場合、光の掃引時間t0が計算でき、これをもとにカラーカメラ装置33により得られた画像の画素それぞれにおいて、図5の光源部36から出射されたスリット光の角度θが計算される。

【0031】次に、距離計算部26はリセット時刻、スイープ終了時刻は制御部27が持っており、これと、カラーカメラ装置33の出力の複数の色成分検出結果から得られるスリット光の光波長データより、その画素にスリット光が入射した時刻を計算し、更にスリット光の出射角度θを計算する。これにより、スリット光出射位置とレンズ位置の情報により三角測量の原理により、各画素の位置に写っている被写体の部分の3次元位置を計算する。これによって、被写体の距離画像が得られる。

【0032】同時に、カラーカメラ装置33以外に、ハーフミラーやプリズムを用いてカラーカメラ装置33と同じ光軸上にカラーカメラ装置を配置し、被写体のテクスチャ画像を入力してもよい。ただし、この場合はスリット光は赤外領域に設定し、カラーカメラ装置33も赤外領域の色分離が行えるような複数の色フィルタを用いる必要がある。スリット光が可視光の場合は、距離計測用に通常のカラーカメラ装置を用いるが、図8に示したようにスリット光掃引時は被写体のテクスチャ画像は入力せず、距離画像のみ計測し、その後スリット光の掃引を停止しテクスチャ画像を入力することを交互に時分割で行う。

【0033】尚、第2の実施の形態において、光源部36の光波長の変化を直線的に行ったが、どのような時間変化波形を用いてもよい。また、光波長の変化を各距離計測毎に変え、雑音に対して強い測定をおこなってもよい。この場合、連続する複数の距離計測結果を用いて平均処理・メディアン処理など、フィルタ手法を用いて高精度な距離計測結果を出力してもよい。

【0034】

【発明の効果】以上述べたところから明らかなように本発明は、既存の技術を用いて、各フォトセンサに時間計測機能を持たせたような特別なセンサを用いることなく、容易に実時間で距離計測の出来るレンジファインダを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明における第1の実施の形態の実時間レン

ジファインダの構成図

【図2】(a), (b) 本発明における第1の実施の形態の光学フィルタの特性図

【図3】(a), (b) 本発明における第1の実施例の光源部の各光源の動作を示す図

【図4】本発明における第1の実施の形態の時分割処理を示す図

【図5】本発明における第2の実施の形態の実時間レンジファインダの構成図

【図6】(a) 本発明における第2の実施の形態の光源部の第1の構成を示す詳細図

(b) 同第2の構成を示す詳細図

(c) 同光源の掃引を示す図

【図7】本発明における第2の実施の形態の光透過率可変フィルタ構造を示す図

【図8】本発明における第2の実施の形態の時分割処理を示す図

【図9】(a) 従来のレンジファインダの構成図

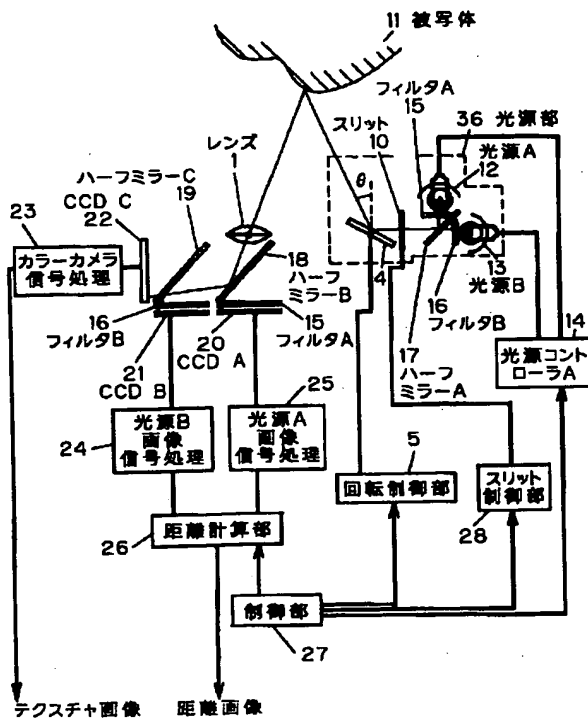
(b) 同ブロック図

【符号の説明】

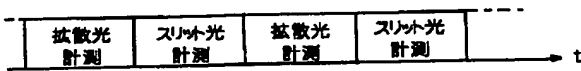
- 1 レンズ
- 4 回転ミラー
- 5 回転制御部
- 6 タイミング測定部
- 10 光スリット
- 11 被写体
- 12 光源A
- 13 光源B
- 14 光源コントローラA
- 15 フィルタA
- 16 フィルタB
- 17 ハーフミラーA
- 18 ハーフミラーB
- 19 ハーフミラーC
- 20 撮像素子A
- 21 撮像素子B
- 22 撮像素子C
- 23 カラーカメラ信号処理回路
- 24 光源B画像信号処理回路
- 25 光源A画像信号処理回路
- 26 距離計算部
- 27 制御部
- 28 スリット制御部
- 29 TDL(波長可変半導体レーザ)制御部
- 30 波長可変半導体レーザ
- 31 白色光源
- 32 光源コントローラB
- 33 カラーカメラ装置
- 34 距離計算部B
- 36 光源部

37 回転ミラーB

【図1】

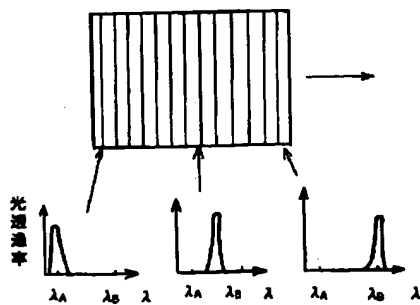


【図4】

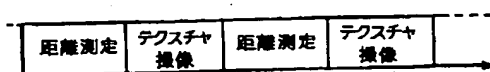


【図7】

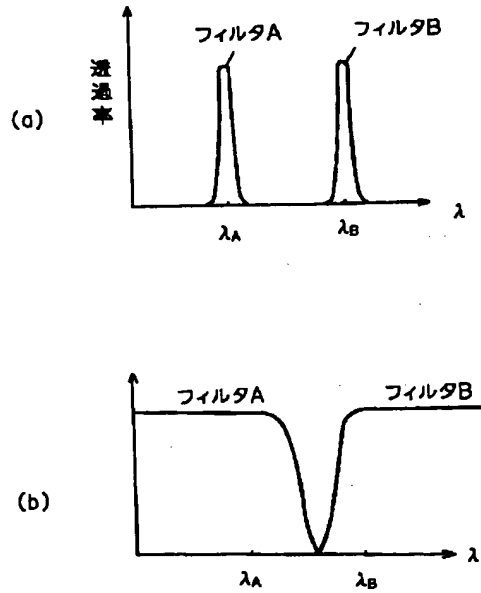
光透過率可変フィルタ



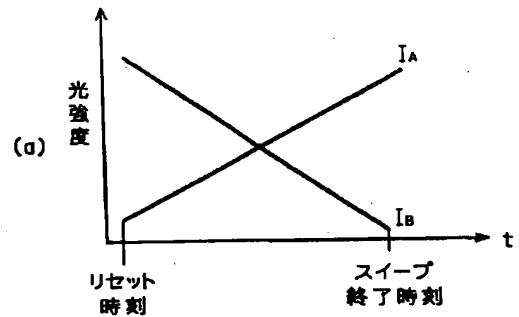
【図8】



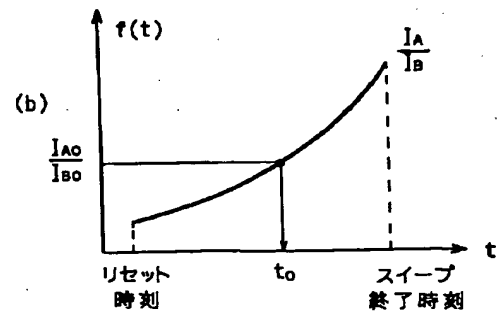
【図2】



【図3】

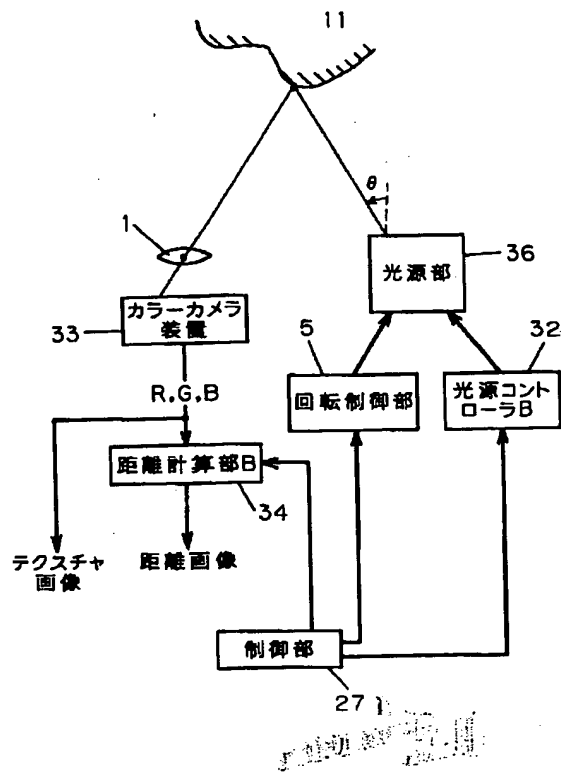


(被写体の反射率一定の場合)

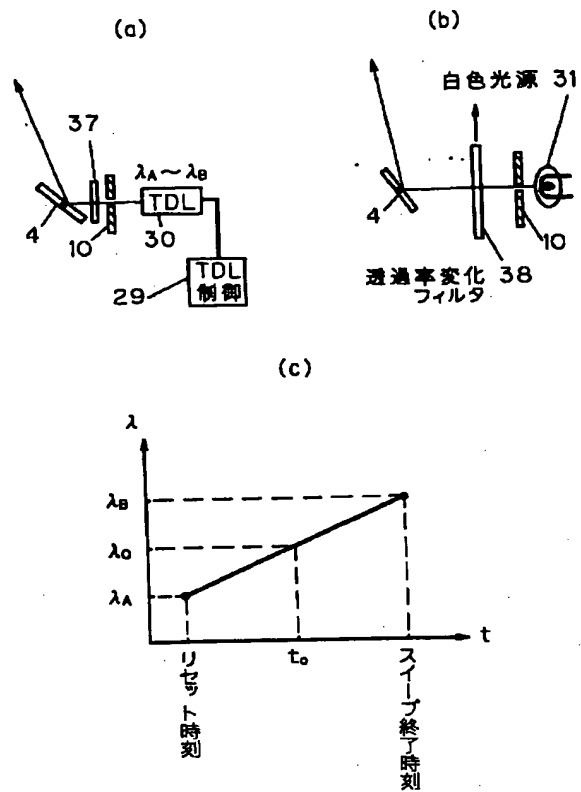


$$t_0 = f^{-1}\left(\frac{I_A}{I_B}\right)$$

【図5】



【図6】



【図9】

